BIBLIOTECA 19 MAYO 1983

DESCRIPCION SISTEMATICA DE LOS PARAMETROS MORFOMETRICOS CONSIDERADOS EN LAS LAGUNAS PAMPASICAS

POR NAURIS VITAUTS DANGAVS*

SUMMARY

Morphometry of the pampasic "lagunas" with a systematic description of the morphometric parameters.

This paper deals with the measurement of the most used morphological features of a basin, in the evaluation of the standing water type body of the lenitic series, called "laguna", of the pampean plain. (Also, these are valid for streams). The considered morphometric parameters are: maximum length and width, mean width, length of shore line, area, volume, shore development, maximum depth and mean depth. Also, here are described several methods for their calculation. The work is completed with the morphometric data of some "lagunas" of the region.

La morfometría es la rama de la limnología que estudia y mide los rasgos morfológicos observables en los diversos ambientes acuáticos lénticos y lóticos (lagos, lagunas, ríos, etc.).

Para encarar cualquier estudio técnico o científico en un ambiente acuático, se deben conocer esencialmente sus medidas. Asimismo la forma de la cubeta o del cauce, dependerá en parte de la génesis de estas; también ciertas condiciones fundamentales de la bioproductividad, están directamente relacionadas con la estructura de los cuerpos de agua interiores. Por eso, es necesario para el limnólogo poder expresar las diversas morfologías en forma cuantitativa, de modo tal que se puedan comparar los resultados en los diferentes cuerpos de agua.

Para expresar estos rasgos morfológicos, se utilizan los parámetros morfométricos. Se obtienen ellos a partir del material cartográfico existente o mediante levantamientos topográficos planialtimétricos y batimétricos especiales, realizados por los métodos más usuales en nuestro medio. Esta información se complementa con fotografías aéreas de la zona en estudio.

Para el cálculo de los parámetros morfométricos de las lagunas pampásicas, se han considerado las características más notorias, aplicables a los estudios limnológicos locales, siendo estas: la longitud máxima, el ancho máximo y medio, el perímetro o longitud de línea de costa, el área, el desarrollo de la línea de costa, el volumen retenido y finalmente la profundidad máxima y media.

* Instituto de Limnología (Univ. Nac. de La Plata - CONICET) y Dción. Recursos Naturales Pcia. Buenos Aires.

Contribución Nº 82 del Instituto de Limnología (ILPLA).

Longitud máxima total

Es la longitud de la línea, que conecta los dos puntos más extremos de un cuerpo de agua. Debe representar lo más fielmente la longitud de las aguas abiertas y no deberá cruzar ninguna porción de terreno a menos que esta sea una isla.

Esta línea es recta en la mayoría de los casos, debido a la forma regular, más o menos ovoide de las lagunas. (Ejemplos: Yalca, Las Mulas, San Jorge, La Limpia, La Segunda, Barrancas, Esquivel, Chascomús, Vitel, etc. de Chascomús).

A veces es curva tal como en las lagunas en forma de S o U, o en otras aún más irregulares. (Ejemplos: laguna de Gómez en Junín y La Tablilla, San Luis y La Abrazadera en Chascomús).

Algunos cuerpos de agua, tienen forma tal que es difícil seleccionar una posición para determinar la longitud máxima, p. ej. en laguna El Potrerillo y laguna de Las Chilcas de General Conesa. En otros casos, tales como en los de lagunas de forma estrellada o dendrítica, no es posible determinar un un solo eje de largo máximo, p. ej. en el Complejo lagunar "El Rosario" de General Madariaga. En todos los casos se deberá especificar la posición del eje de medición y expresarlo según la rosa de los vientos.

En el caso de cursos de agua, se mide la longitud directamente en el terreno o sobre planos de escala adecuada. Si el trabajo se realiza sobre un mapa, lo más conveniente es aplicar alguno de los métodos de medición de la longitud de línea de costa.

Longitud máxima efectiva

Es la longitud de la línea *recta* que conecta los puntos más remotos de un cuerpo de agua, a lo largo de la cual, la acción del viento y de las olas se produce sin interferencias de terrenos de ningún tipo.

Los parámetros, longitud máxima total (LMT) y máxima efectiva (LME), coinciden en el caso del cuerpos límnicos de forma regular, con la salvedad de que no tengan islas situadas de tal modo que efectivamente interrumpan la acción del oleaje: si esto sucede, la cubeta queda virtualmente dividida en dos o más partes.

En cuerpos de agua de contorno muy irregular, se dan las máximas diferencias entre ambos términos, sobretodo si estos tienen islas. Por ejemplo, la laguna de Gómez de Junín, se caracteriza por su forma irregular, semejando una horqueta invertida y tiene una LMT de aproximadamente 22.000 m, en el sentido SO-NE-SE, mientras que su LME es de solo 11.870 m, en dirección NO-SE.

Otros ejemplos: Laguna La Tablilla (Chascomús): LMT = 15.000 m. LME = 7.230 m. Laguna Alsina (Guaminí): LMT = 22.100 m. LME = 10.250 m.

Ancho máximo (AM)

Es la longitud de la línea transversal, que conecta los puntos más extremos del cuerpo de agua y que no cruza otros terrenos además de islas. Se puede decir que es la medida de la línea recta tomada aproximadamente perpendicular al eje de longitud máxima.

Ancho máximo efectivo (AME)

Es la longitud de la línea transversal, que conecta los puntos más extremos del cuerpo de agua, a lo largo de la cual la acción del viento y el oleaje, se realiza sin impedimentos de ninguna clase de terrenos.

Ancho medio (AMd)

Es la medida que se obtiene al dividir la superficie del cuerpo de agua por la longitud máxima total. Se puede establecer también en base al promedio de las medidas del ancho de los diferentes sectores, tomados en forma equidistante y perpendicularmente a la línea de máxima longitud.

Perímetro o longitud de línea de costa (P)

A veces este parámetro morfométrico se puede determinar directamente por las mediciones de campo, sin embargo, la mayoría de las veces se mide sobre un mapa de escala adecuada, según los siguientes métodos: el del curvímetro, el del hilo y el del compás.

Método del curvímetro: Cuando se trabaja sobre mapas, la forma más directa de medición es mediante el curvímetro o cartómetro. Este instrumento está construido de tal manera que permite medir la longitud de líneas o sea distancias, por medio de una rueda trazadora, cuyas revoluciones son transmitidas a una manecilla que rota sobre una escala graduada, semejante a la esfera de un reloj. Las graduaciones de la esfera representan unidades de longitud recorridas por la rueda trazadora, expresadas en centímetros y fracciones. El curvímetro posee dos caras y cada una de ellas lleva varias escalas.

Procedimiento: 1º se sitúa la aguja índice en cero y se marca con un lápiz un origen para las mediciones.

2º Se coloca cuidadosamente el eje de la rueda trazadora sobre el origen elegido y se desplaza a lo largo de la línea de costa en dirección tal que la aguja se mueva continuamente en sentido directo, manteniendo el aparato verticalmente durante toda la operación.

3º Si la distancia a recorrer sobre el plano es grande, es importante anotar las veces que la aguja pasa por el cero o sea las vueltas completas que se realizan.

4º Para obtener la longitud buscada, se lee directamente en la escala o múltiplo de escala correspondiente. Si la escala o sus múltiplos no están marcados sobre la esfera del curvímetro, tal como en el caso de las escalas exóticas que frecuentemente se producen en los planos realizados en base a fotografías aéreas (p. ej., escala: 1:36.800, 1:21.400, etc.), entonces se lee directamente la escala de 1:100.000, que es la equivalente a la escala natural, es decir cada unidad de ella equivale a 1 cm y se resuelve por regla de tres simple, v. gr., escala de plano: 1:21.400. Lectura en la escala de 1:100.000 del curvímetro: 97. Longitud hallada: 20.758 m.

Si la escala exótica fuese numérica, se deberá medir con el curvímetro una unidad dada del mapa (p. ej. 1 km) y obtendremos el número de divisiones correspondientes para esa unidad en escala de 1:100.000, y luego dividir la longitud de la línea de costa hallada leyendo la escala de 1:100.000 por el número de divisiones de la unidad a escala, siendo el cociente, la longitud de esa línea, expresada en kms.

Ejemplo: 1 km en el mapa = 6.5 divisiones del curvímetro.

Lectura del curvímetro para la línea de costa = 147 divisiones.
Perímetro hallado = 147/6.5 = 22.615 km.

Los resultados de las operaciones dependerán principalmente del cuidado puesto en el manipuleo del instrumento. por ello es recomendable la ejercitación previa. Asimismo. para tener resultados comparables entre sí. es necesario recorrer al menos tres veces el perímetro de la figura a medir.

Método del hilo: Si no se dispone de un curvímetro y si el mapa usado no es demasiado pequeño. se pueden obtener bastante buenos resultados. mediante el uso de un hilo. que se sitúa sobre el contorno de la figura a medir. Posteriormente la longitud del hilo es convertida en unidades de longitud de costa. pasando a la escala del mapa.

Procedimiento: Se requiere un mapa en tamaño conveniente. alfileres largos, un hilo no deformable y una tabla de madera blanda o similar.

1º Se sitúan los alfileres sobre el contorno. en forma de empalizada. El número de alfileres por unidad de longitud dependerá del grado de irregularidad de la línea de costa. A lo largo de las porciones convexas (respecto al agua) de la línea de costa. se sitúan los alfileres en el borde externo de la línea: a lo largo de las porciones cóncavas. se sitúan los alfileres en el borde interno de la línea. Se ponen suficientes alfileres como para que el dibujo del hilo represente lo más fielmente el contorno de la figura.

2º Se marca a lápiz un punto de origen. Se le hace un nudo al hilo y se lo pasa por un alfiler. que se clava en el punto origen. Se va colocando el hilo externamente a las hileras de alfileres situados en forma cóncava y por el lado de adentro en las hileras convexas, siguiendo así hasta llegar al final. donde se marcará sobre el hilo una señal.

3º Se retira el hilo y se mide su longitud entre ambas marcas. Se mide la longitud de una unidad a escala del mapa y se divide la longitud del hilo por la unidad a escala. siendo el cociente el dato buscado. expresado en la unidad elegida.

4º Se realizan tres intentos para comparar los resultados.

Método del compás: Bajo ciertas condiciones. tales como la regularidad de la costa. la longitud de la línea de costa puede ser dimensionada mediante pequeños intervalos iguales. obtenidos con un compás de puntas secas. El número total de dichos intervalos a escala. nos dará directamente la longitud deseada.

Cálculo de áreas

Solamente en ocasiones especiales se puede medir la superficie de cuerpos de agua en forma directa en el campo o mediante cálculo directo con fórmulas. Se debe a que estos no presentan por lo general formas geométricas regulares. siendo por eso que se utilizan distintos métodos de cálculo sobre planos exactamente dibujados y en lo posible de escala grande.

En este trabajo se describirán seis métodos distintos para calcular áreas de figuras planas. a saber: método gráfico. método del planímetro. método de la ordenada promedio. método de las ordenadas. según la regla de Simpson. método del pesaje y el método del papel cuadriculado.

De todos estos métodos. el del planímetro y el de Simpson son los que brindan los mejores resultados. Con el planímetro se obtienen soluciones casi instantáneas y si el mismo es manejado por una mano experta. se logra gran gran precisión en las medidas. Con las ordenadas de Simpson. se logran muy

buenos resultados. cuando se utiliza un gran número de divisiones para el intervalo a medir. dado que en el método. a mayor número de divisiones. mayor aproximación en las medidas.

Método gráfico: Se trata de determinar la superficie de una figura tal como un lago. laguna. etc.. a partir de una hoja de plancheta u otro plano cualquiera dibujado a escala. Para ello se toman las medidas necesarias gráficamente y se descompone la superficie a medir en diversas figuras geométricas regulares. tales como triángulos. rectángulos. trapecios. círculos. etc.. obteniéndose las medidas correspondientes a las diagonales y alturas. con ayuda de escuadras. escalas y compás.

Procedimiento: 1º Dentro del perímetro del plano, se dibuja la máxima figura geométrica que puede contener y se calcula su área.

2º Se dividen las porciones restantes no incluidas. en triángulos y pequeños rectángulos y se computan estas áreas. Se continúa así hasta cubrir todo el mapa.

3º Se suman las áreas de todas las figuras. Si el cálculo no se realizó a escala. hay que transformar las unidades del plano en unidades del campo. Se divide el área total por el área unidad. donde el cociente será el área buscada. expresada en términos de la unidad de escala.

Ejemplo: La suma de las áreas parciales del mapa es = 1.000 cm². si el plano está realizado en escala 1:5.000 (o sea. una unidad del plano son 5.000 unidades del terreno). tenemos:

$$1\ cm^2 = 5.000\ cm \times 5.000\ cm = 25.000.000\ cm^2 = 2.500\ m^2$$

$$1.000\ cm^2 = 25.000.000.000\ cm^2 = 2.500.000\ m^2 = 2.5\ Km^2 = 250\ Ha$$

Es importante destacar. que el metodo es solamente aplicable en cuerpos de agua de contorno muy regular o en planos de escalas muy grandes. que contengan figuras de superficies muy amplias.

Las fórmulas a aplicar en función de los elementos conocidos en cada caso. son las siguientes:

Area cuadrado = lado × lado

Area rectángulo = base × altura

Area triángulo = base × altura /2. $A = \sqrt{p\,(p-a)\,(p-b)\,(p-c)}$,
donde p es la mitad del perímetro del triángulo (fórmula de Herón) $p = 1/2\,(a + b + c)$

Area trapecio de lados paralelos = $A = 1/2\,(a + b)\,.\,h$

Método del planímetro

El planimetro es un instrumento basado en un método de integración gráfica. que permite determinar la superficie de una figura dibujada a escala. con el solo recurso de recorrer su contorno con un índice unido al aparato. El uso de este instrumento es el medio más rápido para la obtención de áreas. Además si es cuidadosamente operado por una mano experta. es el método más exacto para la determinación de superficies. no solo en los estudios limnológicos sino también en otros campos de la técnica.

Existen diversos tipos de planímetros. tales como el polar. el radial y el lineal. De ellos el más usado. debido a su fácil manejo y su bajo costo de adquisición es el planímetro polar. de ahí que nos ocuparemos de describir exclusivamente este modelo.

Entre los planímetros polares. uno de los más cómodos es el de compensación o planímetro polar de Amsler. dado que permite recorrer la figura con polo a la izquierda y con polo a la derecha. con lo que se eliminan los errores instrumentales.

El planímetro polar de Amsler está compuesto de las siguientes partes (Figura 1): un polo (P), que se fija en algún punto del plano. alrededor del cual puede girar un brazo o palanca. llamado brazo polar (a); por medio de una articulación (A), el brazo se une a otro llamado brazo trazador (b), consiste en un varilla que lleva la punta o punzón índice (I), con la que se puede recorrer el perímetro de la superficie a medir. El brazo trazador traspone la articulación. prolongándose en su extremo (c), donde se sitúa una roldana (R) que rueda sobre el papel y que gira alrededor de un eje paralelo a dicho brazo.

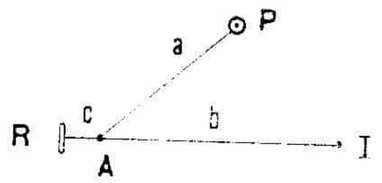

Figura 1

Para contar el número de vueltas de la roldana. lleva esta un limbo contador con engranaje a tornillo sinfín. que indica las vueltas en la relación de 10:1 y un tambor dividido en cien partes iguales. provisto de un nonius. que permite apreciar las milésimas de las fracciones de vuelta.

Dado lo extenso del tema. no se trata aquí la teoría matemática del planímetro. Para su desarrollo se remite al lector a cualquiera de los muchos tratados de topografía en que se expone el tema. tal como la excelente obra de Jordan W.

Si la figura a medir es de poca extensión. se sitúa el polo fuera de la figura. Si la superficie a medir es muy extensa y no puede ser recorrida de una vez con el polo afuera. es conveniente dividirla en otras más pequeñas. Pero si se trata de medir superficies aún más grandes. o no se desea realizar subdivisiones en el plano. se gana tiempo colocando el polo dentro de la figura.

Medición de áreas con polo exterior. El área A de la figura a medir. es directamente proporcional al número de vueltas de la roldana. o sea que:

$$A = C \cdot n.$$

donde C es la constante del planímetro y es igual al área correspondiente a una vuelta de la roldana. También se puede expresar como el producto de la longitud del brazo trazador por la circunferencia del limbo contador.

La forma práctica de hallar la constante instrumental es la siguiente: se recorre el perímetro de una figura de área conocida. p. ej. un rectángulo de 2 cm × 5 cm o un cuadrado de 10 cm de lado. etc. Conviene hacer varias pruebas y tomar la media. Si el brazo trazador es regulable. se ajusta de

modo que se tenga una relación conveniente entre superficie y vueltas del tambor.

Ejemplo: se ajusta la longitud del brazo trazador de un planímetro polar de Amsler. tipo 612. de modo tal que la roldana da 0.100 vuelta al recorrer el perímetro de un rectángulo de 2 cm × 5 cm (la especificación del ajuste del brazo. suele venir en la caja del planímetro).

$$A = C \cdot n\,;\ 10\ cm^2 = C \times 0{,}100.\ \text{luego}\ C = \frac{A}{n} = 100\ cm^2$$

Muchos planímetros disponen de un accesorio que permite comprobarlo con gran rapidez. Consiste en una lámina metálica que lleva en un extremo una aguja y en el otro un alojamiento cónico para el punzón. Se clava la aguja sobre el papel y con el punzón inserto en el alojamiento cónico. se recorre la circunferencia cuyo centro es la aguja y cuyo radio es la distancia entre esta y el punzón. El área de la circunferencia que se describe con este accesorio está grabada en él.

Medición de áreas con el polo interior. Cuando el brazo trazador está en en tal posición. respecto al brazo polar que el plano del borde circular de la roldana pasa por el polo. se puede recorrer con el punzón índice una circunferencia completa. sin que la roldana gire. A este círculo se le llama *círculo fundamental.*

Es sencillo demostrar. que cuando se recorre el perímetro de una figura con el polo dentro de la misma. el área dada por el planímetro $A = C.n'$ es igual a la diferencia entre el área A de la figura y el área Z del círculo fundamental.

El planímetro está construído de tal modo. que recorriendo el perímetro de la figura en el sentido de las agujas del reloj. con polo interno. la rotación de la roldana será siempre hacia adelante si el área de la figura es mayor que la del círculo fundamental: luego la lectura final será mayor que la inicial y n′ será positivo. Si el área de la figura es menor que la del círculo fundamental. la rotación de la rodana será hacia atrás y por tanto la lectura final será menor que la inicial y el número n′ será negativo. De aquí se deduce que el área de la figura será:

$$A = C \cdot n' + Z$$

teniendo en cuenta el signo de n′.

Ejemplo: Con el polo interior se recorre el perímetro de una figura en en sentido directo y con una longitud tal del brazo trazador que la constante instrumental es 100. y el área del círculo fundamental es 1.673.8 cm² (especificado en la caja). La lectura inicial es 1.200 y la final 7.455. girando siempre la rueda hacia adelante. Luego $n' = 7.455 - 1.200 = + 6.255$ y según la fórmula será:

$$A = (100 \times 6.255) + 1.673.8 = 2.299.3\ cm^2$$

Ejemplo: Supongamos el planímetro en las mismas condiciones que el anterior ejemplo y con idénticas lecturas. pero el limbo contador ha girado hacia atrás y el cero ha pasado dos veces por el índice:

$$n' = 7.455 - (20 + 1.200) = - 13.745$$

y según la fórmula es:

$$A = 100 \times (-13{,}745) + 1.673{,}8 = 299{,}3 \text{ cm}^2$$

El área del círculo fundamental, se puede determinar aproximadamente tomando medidas en el instrumento y calculando según la siguiente fórmula:

$$Z = (a^2 + b^2 + 2ac)$$

siendo los términos a, b y c los correspondientes a la figura 1.

La forma más precisa de operar es recorriendo el perímetro de la figura una vez con el polo afuera y otra con el polo dentro. La primera operación nos da el área de la figura (A = C.n) y la segunda un área C.n', que representa la diferencia entre el área de la figura y la del círculo fundamental:

$$A = C \cdot n \text{ y } A = C \cdot n' + Z \text{ luego } C \cdot n = C \cdot n' + Z$$

$$Z = C \cdot n - C \cdot n', \text{ o } Z = C(n - n'),$$

donde n' será positivo si el área de la figura es mayor que la del círculo fundamental y según sea el sentido en que gire el tambor. n' será negativo si el área de la figura es menor que la del círculo fundamental.

Procedimiento: 1º Para medir el área de una figura, se extiende el plano sobre un tablero horizontal y se lo mantiene inmóvil.

2º Se fija el polo de tal manera que el punzón índice pueda recorrer todo el perímetro de la figura. Además, es conveniente realizar un recorrido previo a la lecturas, para cerciorarse que la roldana en su desplazamiento no se saldrá del papel o que presente cualquier otro impedimento para desplazarse libremente: si ello sucediese, lo más conveniente es cambiar la posición del polo.

3º Se sitúa el punzón en un origen arbitrario, previamente marcado sobre el perímetro de la figura y se toma una lectura inicial (Li).

4º Luego se recorre todo el perímetro hasta volver al punto de partida y se toma la lectura final (Lf). La diferencia de ambas lecturas nos da el número de vueltas (n), dadas por la roldana, o sea: n = Lf — Li : n será positivo si la rueda gira en el sentido de la marcha de las agujas del reloj (sentido directo), y negativo si gira al revés. Se anota el número de veces que el cero pasa por el índice del limbo contador. Si el perímetro se recorre en sentido opuesto, también la roldana girará en sentido contrario al anterior. El recorrido de la figura conviene siempre realizarlo en la misma dirección, es decir en *sentido directo*.

5º Se halla la constante instrumental C y el área del círculo fundamental Z, según los métodos descriptos.

6º Se aplica la fórmula requerida para cada caso. Con polo externo A = = C.n. Con polo interior A = C.n' + Z.

7º Se repiten tres veces las operaciones, para tener resultados comparables entre sí. Es preferible realizar los tres recorridos contínuos, sobre el perímetro de la figura y dividir la lectura total del instrumento por el número de circunvalaciones.

8º Si el tamaño del plano lo requiere, este puede ser medido en partes de división arbitraria. Se repiten sobre cada trozo las operaciones antes descriptas y luego se suman.

9º Para pasar a escala del mapa, hay que convertir la constante instrumental C. Para ello se toma una unidad a escala, p. ej. 2 × 5 cm² (en escala de 1:5.000, sería 100 m × 250 m = 25.000 m² y C sería igual a: C = 250.000).

Se determina cuidadosamente este rectángulo y se comprueba el número de unidades del planímetro que representa una unidad del área del cuerpo de agua medido. Más sencillo aún es la conversión por regla de tres simple. Para el ejemplo anterior:

1cm² del plano = 5.000 cm × 5.000 = 25.000.000 cm² en el terreno

o 1cm² = 50 m × 50 m = 2.500 m²

xcm² = ?

Método de la ordenada promedio

Este método es solamente un aproximación, basada en el criterio de que independientemente de la forma del cuerpo de agua, puede ser este asimilado a una figura geométrica, que responda a la sencilla fórmula de base por altura; es decir, consideramos un eje longitudinal (si lo posee, sería el de máxima longitud), y tal como en la medición del ancho medio, el promedio de las medidas tomadas en forma equidistante y perpendicularmente al eje longitudinal.

Procedimiento: 1º Por debajo o sobre la figura, cuya superficie hemos de medir, trazamos una línea que corresponde al eje longitudinal y a medir en sentido horizontal. Luego se traza la vertical perpendicular al eje longitudinal, tangente al extremo izquierdo de la figura; en el otro extremo: se traza otra tangente paralela a la anterior y se divide el eje longitudinal en un número cualquiera de partes iguales.

2º A las divisiones del eje longitudinal, a su vez las bisectamos: en cada bisección se levanta una ordenada.

3º Se mide la longitud de cada ordenada dentro del perímetro de la figura y luego se suman: se divide por el número de ordenadas, excluyendo los extremos y se determina la longitud promedio de las mismas; se multiplica por la longitud del eje horizontal, siendo el resultado el área aproximada de la figura.

4º Se transforma el área de la figura, expresada en la unidad adoptada en el cálculo, a la escala del mapa.

Método de las ordenadas, según la regla de Simpson

Este método puede ser empleado, cualquiera sea la superficie de la figura. Sobre áreas mayores se logran mejores resultados: si la superficie a medir es muy extensa, se divide el plano en varias parcelas, lo cual allana las dificultades de la tarea.

La regla de Simpson, consiste en el cálculo bastante aproximado de una integral definida, a partir de la ecuación de una parábola de eje vertical ($y = ax^2 + bx + c$), que se integra entre $x = 0$ y $x = 2h$ y resulta:

$$A = \int_0^{2h} y\,dx = \frac{h}{3}(8ah^2 + 6bh + 6c) \qquad (1)$$

Para aplicar la regla de Simpson, se necesita expresar el área en función de las ordenadas extremas y_0 e y_1, y la ordenada media y_m, tal que $x = h$, luego es:

para y_0, $h = 0$, por tanto $y_0 = c$
para y_m, $h = x$, por tanto $y_m = ah^2 - bh + c$
para y_1, $h = 2h$, por tanto $y_1 = 4ah^2 - 2bh + c$

en consecuencia es:

$$y_0 + 4y_m + y_1 = 8ah^2 + 6bh + 6c, \text{ y reemplazando en (1), tenemos:}$$

$$A = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_m + y_1)$$

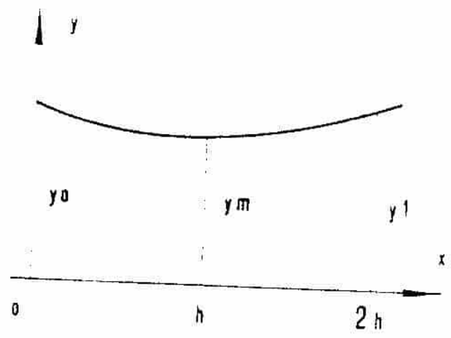

Figura 2

Se divide ahora el intervalo de integración en un número *par* de partes iguales de longitud h, que intersectan la curva en los puntos P0, P1, P2....Pn. El arco P0P1P2, es un arco de parábola de eje vertical y el área bajo ella vale $\frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + y_2)$. Igualmente se aproximan los otros arcos a los demás pares de intervalos, quedando:

$$A = \frac{h}{3}(y_0 + 4y_1 + 2y_2 + 4y_3 + 2y_4 + \ldots\ldots + 4y_{n-1} + y_n)$$

Si llamamos E a la sumatoria de los extremos y_0 e y_n, entonces es

$$E = y_0 + y_n$$

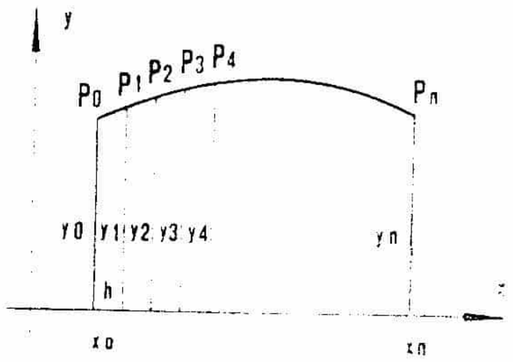

Figura 3

y a los términos pares:

$$P = y_2 + y_4 + \ldots\ldots + y_{n-2}$$

y a los impares:

$$I = y_1 + y_3 + \ldots\ldots + y_{n-1}$$

entonces es:

$$A = \int_{x_0}^{x_n} f(x)dx = \int_{x_0}^{x_n} ydx = \frac{h}{3}(E + 4I + 2P)$$

La fórmula de Simpson es tanto más exacta, cuanto mayor es el número de partes en que se divide el intervalo x_o x_n, siendo siempre n un número par.

Procedimiento (Figura 4): 1º Se traza un eje o abscisa (x_0-x_{10}) y se hace coincidir con el eje mayor del cuerpo de agua o sector a calcular. No es necesario que se sitúe por debajo de la figura.

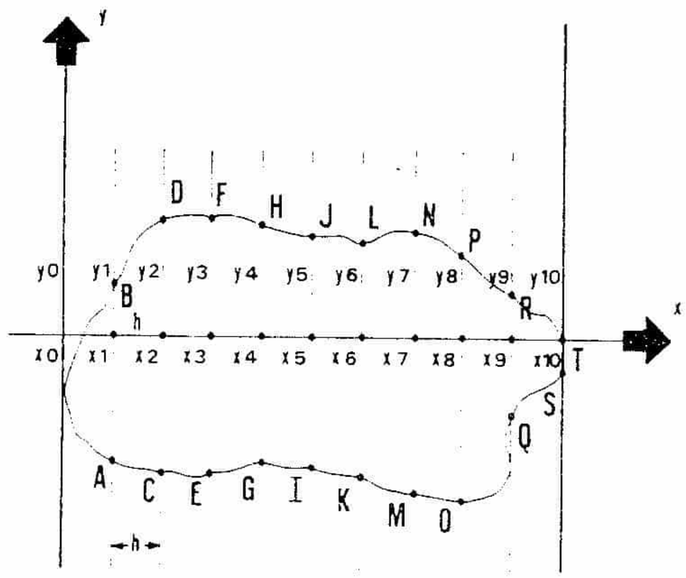

Figura 4

En el origen de las coordenadas, se levanta la ordenada tangente a la figura (y_0). En el otro extremo de la misma, se levanta otra ordenada tangente y paralela a la anterior ($y_n = y_{10}$).

2º Se divide el eje horizontal en un número par de intervalos de longitud (h) y a partir de los puntos de las divisiones, se levantan ordenadas que cubren toda el área del plano. El eje vertical tangente al extremo izquierdo se denomina y_0, los siguientes y_1, y_2.....y_n, siendo y_n en el caso de la figura 4 igual a y_{10}.

3º Luego se mide la longitud de todas las ordenadas dentro de la periferia de la figura, tales como AB, CD, etc., y se sustituyen en la fórmula, o sea:

$$A = \frac{h}{3}(E + 4I + 2P)$$

Si la cantidad de medidas tomadas en el plano es grande, es conveniente tabular los resultados.

4º Se convierten las unidades usadas en la medición del plano (p. ej. cm^2) a la escala del mapa, sin olvidar que la relación que guardan ambas es cuadrática (o sea que 1 cm^2 del plano a escala 1:2.000, representaráa 2.000 cm × 2.000 cm = 4.000.000 cm^2 o 400 m^2 en el terreno).

Método del pesaje

Se basa el siguiente método, en el hecho de que sí recortamos el modelo en papel de un plano y lo pesamos en una balanza analítica, obtendremos el área de la figura dividiendo por el peso de una unidad dada.

Procedimiento: 1º Se obtiene una copia del plano en papel transparente, acetato u otro material de espesor y peso más o menos uniforme.

2º Se recorta el modelo cuidando de limpiar y recortar todas las irregularidades dejadas por el corte. Luego se lo pesa.

3º En forma similar se corta un pedazo de papel equivalente a una unidad areal a escala (p. ej. 1 km^2 o 1 ha, etc.) y se lo pesa.

4º Se divide el peso del modelo por el peso de la unidad, siendo el cociente la superficie, expresada en las unidades del área unidad.

Método de papel cuadriculado

Cuando se superpone el contorno de un cuerpo de agua sobre papel cuadriculado, su superficie puede ser determinada dividiendo el número total de cuadrículas incluídas por el número de cuadrículas semejantes, contenidas en un área unidad tomada a escala del mapa.

Procedimiento: 1º Se transfiere (con pantógrafo, papel carbónico, etc.) el contorno de la figura al papel cuadriculado.

2º Se cuentan todas las cuadrículas que se encuentran *completamente* dentro del perímetro de la figura. Luego se cuentan como *enteras* aquellas cuadrículas alrededor de la periferia de la figura, cuyas áreas están mitad o más dentro del perímetro, pero se omiten aquellas que no alcanzan a tener la mitad dentro del contorno; luego se juntan ambos resultados.

3º Se dibuja sobre la cuadrícula una figura geométrica que represente una unidad del área a escala, expresada en la forma más conveniente. Si la figura dada es un círculo, se cuentan los cuadros que caen dentro de él, tal como se indicó en el párrafo anterior, expresando el total en función del área del círculo. Si la figura es un cuadrado, se cuentan los cuadrados enteros y se estiman *todos* los cuadros incompletos.

4º Se divide el total de las cuadrículas del mapa por el total de las cuadrículas de la figura, expresadas en la unidad a escala, donde el cociente representa el área buscada por la unidad dada.

Desarrollo de línea de costa (D)

Se refiere a la relación que existe entre la longitud de la línea de costa real a la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la del cuerpo de agua. Si la cubeta que contiene la masa de agua tiene forma circular, el desarrollo de su línea de costa será = 1. A medida que este valor incrementa aumenta también la irregularidad de la costa, indicándonos rápida-

mente la forma de la misma. Es decir que este valor es un *índice* del grado de regularidad de una costa. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$D = \frac{P}{2\sqrt{\pi S}}$$

donde P es el perímetro o longitud de la línea de costa, y S el área del cuerpo de agua.

Cálculo de volumen

El volumen que ocupa una masa de agua, puede ser determinado (ver figuras 5 y 6) computando el volumen de cada estrato horizontal de agua, tal como aparece limitado por las diversas curvas de nivel sumergidas (isobatas), obtenidas sobre el mapa batimétrico y haciendo la suma de todos los volúmenes de dichos estratos. Se pueden utilizar diversas fórmulas para calcular el volumen de dichos estratos, sin embargo la experiencia señala que se llega esencialmente con la mayoría de ellas a los mismos resultados. En este trabajo se recomienda el uso de la fórmula de Peneck, es decir la fórmula del tronco de cono aplicada a la limnología, v. gr.,

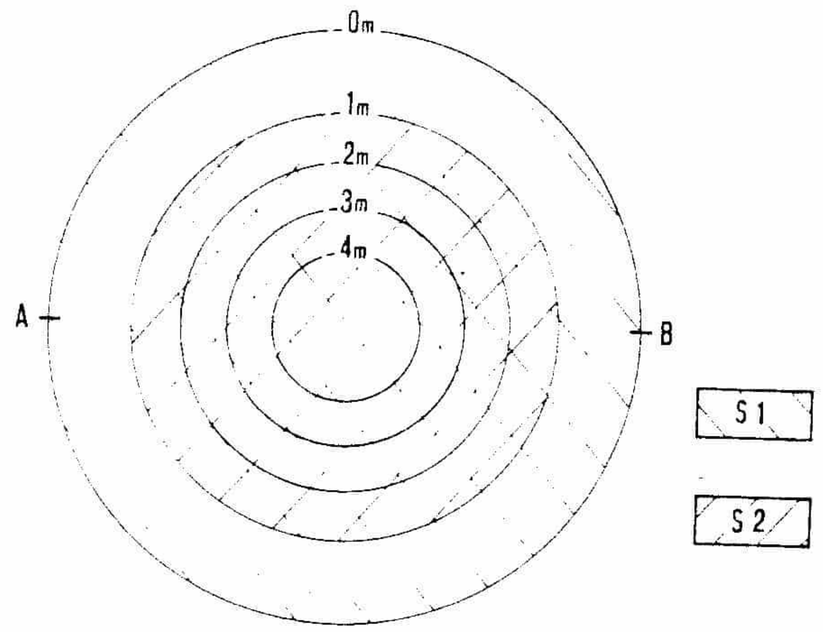

Figura 5

$$V = \frac{h}{3}\left(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}\right)$$

donde V es el volumen y (h) representa el espesor vertical de cada estrato de agua, dado por la diferencia entre dos isobatas contiguas: S_1 es el área de la cara superior del estrato y S_2 el área de la cara inferior del estrato de agua.

Procedimiento: 1º Se determina el área total que ocupa la masa de agua (S_1),

2º Se calcula por el método más conveniente (planímetro, Simpson, etc.) las áreas circunscriptas por cada una de las curvas de nivel sumergidas (isobatas). A continuación se determina S_2, restando de S_1 la superficie del anillo delimitado entre la isobata 0 y la contigua. Otra forma de determinar S_2 es calculando directamente el área total que delimita la isobata considerada.

3º Se calcula el volumen del primer estrato de agua, limitado por el plano de la superficie = espejo de agua = isobata 0 = S_1, y el plano determinado por la segunda isobata (S_2); se aplica la fórmula de Penck:

$$V = \frac{h}{3} (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2})$$

4º Se computan de igual manera los volúmenes de los demás estratos de agua, teniendo en cuenta que la superficie de la cara inferior del primer estrato (S_2) pasa a ser la superficie de la cara superior del segundo estrato (S_1 del segundo estrato) y así sucesivamente hasta llegar a la última isobata. Como esta última siempre queda impar, no se le puede aplicar la fórmula.

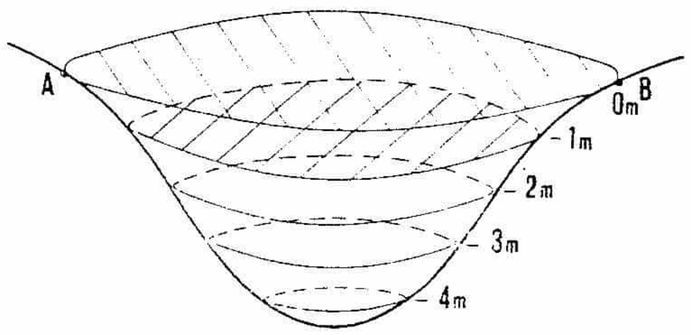

Figura 5

por tanto su volumen deberá calcularse como promedio entre la profundidad *dada por la última curva y el punto de máxima profundidad* contenido en la isobata. Por ejemplo tomemos la isobata de — 2.20 m. de una laguna cualquiera. El punto de máxima profundidad es — 2.26 m y el promedio de — 2.23 m. El volumen será 0.03 m × superficie contenida en la isobata — 2.20 m. Luego se suman los volúmenes parciales, obteniéndose el volumen total del cuerpo de agua.

NOTA: Es importante que la isobata 0 del levantamiento batimétrico, quede referida a algún punto fijo, tal como una escala hidrométrica y/o un punto trigonométrico, con lo cual rápidamente se logrará conocer el cambio de altura y volumen experimentado en el seno de esa masa de agua.

PROFUNDIDAD MÁXIMA

Es la máxima profundidad conocida, expresada en metros o brazas y referida a un punto fijo patrón, tal como la cota del espejo de agua, o la altura del agua sobre una escala hidrométrica dada.

PROFUNDIDAD MEDIA (Pm)

Expresada como el volumen de la masa de agua, dividido por la superficie total de la misma: Pm = V/S.

RELACIÓN PROFUNDIDAD MÁXIMA - PROFUNDIDAD MEDIA

Se expresa dividiendo la profundidad media por la profundidad máxima, indicándonos su valor la aproximación muy generalizada de la forma de la cubeta a la forma cónica.

BIBLIOGRAFIA

DANGAVS, N. 1965. *Relevamiento planialtimétrico y morfometría de lagunas del Sistema de Chascomús.* En trabajos Técnicos Primera Etapa. TI. Cap. III. Convenio Estudio Riqueza Ictícola. Consejo Federal de Inversiones - Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Recursos Pesqueros. La Plata.

— 1966. *Segunda etapa de los trabajos de relevamiento topográfico de las lagunas del Sistema de Chascomús e iniciación de iguales tareas en las lagunas del sudoeste de la Provincia.* IBID. Segunda Etapa. T I. Cap. II.

— 1967. *Relevamiento planimétrico, batimétrico y de la vegetación emergente de lagunas del Sistema de Chascomús: del sistema del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires e iniciación de iguales trabajos en las lagunas del Sistema del Salado (área Junín).* Ibid. Tercera Etapa. Tomo I.

DANGAVS, N. y DALLASALDA, L. 1974. *Geología, Sedimentología y Limnología de la Laguna Yalca (Chascomús, Provincia de Buenos Aires).* Com. Invest. Cient. P. B. A. (en prensa).

DANGAVS, N. y GAILLARD, M. 1969. *Relevamiento y determinación areal de plantas acuáticas superiores. En "Los macrofitos o plantas acuáticas superiores de las lagunas bonaerenses".* Ibid. Cuarta Etapa. Tomo I. Cap. VIII.

DAVIS, R. y FOOTE, F. 1967. *Tratado de Topografía.* 2da. edición. Aguilar, Madrid.

GAILLARD, M. 1967. *Cálculo de parámetros morfométricos de la laguna "Chis-Chis" (Chascomús).* En trabajos Técnicos Tercera Etapa. T I. Convenio Estudio Riqueza Ictícola. Consejo Federal de Inversiones - Ministerio de Asuntos Agrarios de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Recursos Pesqueros. La Plata.

— 1969. *Morfometría de las lagunas pampásicas.* Ibid. Cuarta Etapa. Tomo I. Cap. IV.

JORDAN, W. 1961. *Tratado General de Topografía.* Tomos I y II, 3ª edición. Gustavo Gili, Barcelona.

WELCH, P. 1948. *Limnological Methods.* 381 pp. The Blakiston Company. Philadelphia.

PARAMETROS MORFOMETRICOS DE ALGUNAS LAGUNAS PAMPASICAS

LAGUNA CHASCOMUS (CHASCOMUS)

Calculados por la Dra. María C. Gaillard (1969), sobre el mapa planimétrico-batimétrico, en escala 1: 5.000, realizado por el autor, en el año 1966, para el Convenio Estudio Riqueza Ictícola, celebrado entre el Consejo Federal de Inversiones y la Provincia de Buenos Aires.

Longitud máxima total : 9.570 m con rumbo NO-SE = LME.
Ancho máximo : 6.260 m con rumbo SO-NE = AME.
Ancho medio : 3.148 m.
Perímetro o longitud de línea de costa : 28.120 m.
Desarrollo de línea de costa : 1,44
Superficie total laguna : 30.129.000 m² = 3.012,9 Ha.
(Por método de Simpson)
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 1,00 m	=	2.840.200 m²
1,00 - 1,10 m	=	935.250 m²
1,10 - 1,20 m	=	811.750 m²
1,20 - 1,30 m	=	1.254.500 m²
1,30 - 1,40 m	=	1.174.750 m²
1,40 - 1,50 m	=	1.803.000 m²
1,50 - 1,60 m	=	2.218.250 m²
1,60 - 1,70 m	=	4.582.500 m²
1,70 - 1,80 m	=	8.235.750 m²
1,80 - 1,88 m	=	6.166.500 m²
1,88 m	=	106.750 m²

Volumen total laguna : 47.015.317 m³, para el 14-3-1966.

Calculado por la fórmula de Penck, y referido a la altura patrón de 0,78 m, en la escala hidrométrica del Club Pesca y Náutica, para el 14-3-1966.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 1,00 m	=	28.697.382 m³
1,00 - 1,10 m	=	2.682.000 m³
1,10 - 1,20 m	=	2.594.681 m³
,20 - 1,30 m	=	2.491.178 m³
	=	2.369.770 m³
	=	2.220.515 m³
	=	2.019.046 m³
	=	1.674.792 m³
	=	1.010.753 m³
	=	246.660 m³
	=	8.540 m³

feri
del a.

Fase. 2 (1976)

Profundidad máxima : 1,90 m para el 14-3-66.
Profundidad media : 1,53 m para el 14-3-66.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,805.
Superficie cubierta por juncales (*Scirpus californicus*) al 31-3-66 :
3.930.000 m² = 393 Ha

LAGUNA LA ADELA (CHASCOMUS)

Longitud máxima total : 10.350 m, con rumbo NO-SE. = LME.
Ancho máximo : 7.920 m, con rumbo NO-SE. = AME.
Ancho medio : 2.015 m.
Perímetro o longitud de línea de costa : 37.800 m.
Desarrollo de línea de costa : 2,33
Superficie total laguna : 20.852.750 m² = 2.085 Ha.

(Por método de Simpson)
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,60 m	=	1.328.000 m²
0,60 - 1,00 m	=	1.491.750 m²
1,00 - 1,10 m	=	1.578.750 m²
1,10 - 1,20 m	=	1.784.500 m²
1,20 - 1,30 m	=	2.209.750 m²
1,30 - 1,40 m	=	3.803.250 m²
1,40 - 1,50 m	=	7.042.900 m²
1,50 - 1,60 m	=	938.000 m²
1,60	=	675.800 m²

Volumen total laguna : 25.916.600 m³, para el 10-11-1966.

Calculado por la fórmula de Penck, y referido a la escala hidrométrica de la laguna Chis-Chis, para una altura de 0,95 m. La escala se encuentra situada en el ex Club de Cazadores « San Huberto » de Monasterio. Otra referencia está dada por la cota I. G. M. del pelo de agua, era esta de 6,60 m. s. n. m. para el 10-11-66.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,60 m	=	12.111.035 m³
0,60 - 1,05 m	=	7.509.553 m³
1,00 - 1,10 m	=	1.723.755 m³
1,10 - 1,20 m	=	1.555.341 m³
1,20 - 1,30 m	=	1.354.980 m³
1,30 - 1,40 m	=	1.050.077 m³
1,40 - 1,50 m	=	466.939 m³
1,50 - 1,60 m	=	111.130 m³
1,60	=	33.790 m³

Profundidad máxima : 1,65 m para el 10-11-66.
Profundidad media : 1, 24 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,75.

Superficie cubierta por juncales : 19.791.000 m²
Superficie libre : 1.219.000 m²

Estos parámetros se calcularon del mapa planialtimétrico y batimétrico, en escal 1 : 5.000 realizado por el autor en el año 1966, para el Convenio Estudio Riquez Ictícola. Los cálculos fueron realizados por Gaillard, M. (1969).

LAGUNA LA TABLILLA (CHASCOMUS)

Los parámetros se calcularon (Gaillard, M. 1969), del mapa planialtimétrico e escala 1 : 5.000, realizado entre 1965 y 1966 por el autor.

Longitud máxima total : 12.100 m. con rumbo N-S.
Ancho máximo : 2.965 m. en la parte norte de la laguna y co rumbo NO-SE.
Ancho medio : 1.041 m.
Perímetro : 49.600
Desarrollo de línea de costa : 3.50.
Superficie total laguna (en la cota I. G. M. 6.20 m s. n. m.).
(Por método de Simpson) : 16.052.200 m².
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0,60 m = 2.411.600 m²
0.60 - 1,00 m = 2.272.290 m²
1.00 - 1,10 m = 1.624.250 m²
1.10 - 1.20 m = 2.194.800 m²
1,20 - 1.30 m = 2.513.650 m²
1.30 - 1.40 m = 2.793.500 m²
1.40 - 1.50 m = 1.566.810 m²
1.50 = 675.000 m²

Volumen total laguna : 15.872.467 m³ en la cota I. G. M. 6.20 m s. n. m.

Calculado por la fórmula de Penck, en base al levantamiento batimétrico de fecha 23-8-1966.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0.60 m = 8.829.290 m³
0.60 - 1.00 m = 4.994.890 m³
1.00 - 1.10 m = 1.054.580 m³
1.10 - 1.20 m = 862.335 m³
1.20 - 1.30 m = 625.017 m³
1.30 - 1.40 m = 354.594 m³
1.40 - 1,50 m = 138.246 m³
1.50 = 13.510 m³

Profundidad máxima : 1,52 m para el espejo de agua en la cota I. G. M. 6.20 m s. n. m.
Profundidad media : 1,05 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,69.
Superficie cubierta por juncales : 12.599.200 m² al 31-8-1966.

LAGUNA CHIS-CHIS (CHASCOMUS)

Los parámetros se calcularon (Gaillard, M. 1967), del mapa planialtimétrico en escala 1 : 5.000, realizado por el autor, para el Convenio Riqueza Ictícola en el año 1965.

Longitud máxima total : 6.540 m, en sentido E-O.
Ancho máximo : 3.340 m. en sentido N-S y en la parte este de la laguna.
Ancho medio : 2.252 m.
Longitud de la línea de costa : 24.040 m.
Desarrollo de la línea de costa : 1.77
Superficie total laguna, en la cota I. G. M. 6,50 m s. n. m., calculado por el método de Simpson : 14.730.506 m².

Superficies parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 1.00 m = 3.222.250 m²
1,00 - 1,10 m = 2.000.609 m²
1,10 - 1,20 m = 2.381.000 m²
1,20 - 1.30 m = 3.290.800 m²
1.30 - 1,40 m = 2.132.950 m²
1,40 - 1,50 m = 1.152.400 m²
1,50 = 190.000 m²

Volumen total laguna en la cota I. G. M. 6,50 m s. n. m., que equivale además a la altura de 0,46 m en la escala hidrométrica del ex Club de Cazadores «San Huberto» de Monasterio :

Volumen = 15.857.060 m³

Calculado por la fórmula de Penck, y referido a la fecha 5-5-1966.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 1,00 m = 13.085.750 m³
1.00 - 1,10 m = 1.049.153 m³
1,10 - 1.20 m = 828.809 m³
1,20 - 1.30 m = 539.646 m³
1.30 - 1,40 m = 269.765 m³
1,40 - 1,50 m = 82.037 m³
1,50 = 1.900 m³

Profundidad máxima : 1,51 m, para la cota I. G. M. 6,50 m.
Profundidad media : 1.07 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0.71 m.
Superficie cubierta por juncales : 6.050.000 m² = 605 Ha. La referencia es válida al 1°-6-66.

LAGUNA DEL BURRO (CHASCOMUS)

Calculados del mapa planialtimétrico y batimétrico en escala 1 : 5.000, por Gaillard, M. (1969), realizado por el autor para el Convenio Estudio Riqueza Ictícola en el año 1966.

Longitud máxima total : 5.510 m. en sentido E-O.
Ancho máximo : 3.410 m. en sentido N-S.
Ancho medio : 1.852 m.
Longitud de línea de costa : 17.950 m.
Desarrollo de línea de costa : 1,58.
Superficie total laguna : 10.204.500 m² = 1.020 Ha.
(Por método de Simpson).
Superficiales parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0,50 m	=	415.500 m²
0,50 - 1,00 m	=	461.750 m²
1,00 - 1,50 m	=	872.500 m²
1,50 - 1,60 m	=	568.000 m²
1,60 - 1,70 m	=	620.750 m²
1,70 - 1,80 m	=	671.250 m²
1,80 - 1,90 m	=	598.250 m²
1,90 - 2,00 m	=	986.000 m²
2,00 - 2,05 m	=	1.032.000 m²
2,05 - 2,10 m	=	1.447.750 m²
2,10 - 2,15 m	=	1.605.750 m²
2,15 - 2,20 m	=	846.750 m²
2,20	=	108.250 m²

Volumen total laguna : 18.193.085 m³.

Calculado por la fórmula de Penck, y referido a la escala hidrométrica del Club de Pescadores « El Muelle » de Adela, para una altura de agua de 1.06 m. con fecha 20-11-1966.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0.50 m	=	4.998.015 m³
0.50 - 1.00 m	=	4.778.597 m³
1,00 - 1,50 m	=	4.443.716 m³
1,50 - 1,60 m	=	816.910 m³
1,60 - 1,70 m	=	757.425 m³
1,70 - 1,80 m	=	692.767 m³
1,80 - 1,90 m	=	629.325 m³
1,90 - 2,00 m	=	549.613 m³
2,00 - 2,05 m	=	255.011 m³
2,05 - 2,10 m	=	162.885 m³
2,10 - 2,15 m	=	84.659 m³
2,15 - 2,20 m	=	23.080 m³
2,20	=	1.082 m³

Profundidad máxima : 2.22 m. para el 20-11-66.
Profundidad media : 1.78 m. para el 20-11-66.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,802.
Superficie cubierta por juncales : 3.670.700 m² = 367 Ha.
Fecha de relevamiento de los juncales : diciembre de 1966.

LAGUNA LAS BARRANCAS (CHASCOMUS)

Los parámetros fueron calculados por Gaillard, M. (1969), en base al mapa planialtimetrico y batimétrico, realizado por el autor, en escala 1 : 5.000, para el Convenio Estudio Riqueza Ictícola, en el año 1965.

Longitud maxima : 4.850 m. en sentido N-S.
Ancho máximo : 2.260 m. de E-O y en la porción Norte.
Ancho medio : 1.852 m.
Longitud de línea de costa : 14.500 m.
Desarrollo de línea de costa : 1.36.
Superficie total laguna : 8.984.640 m² = 898 Ha.

Calculada por el método de Simpson, y referida a la cota I. G. M. de 6.04 m s. n. m.

Superficies parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0,20 m	=	194.780 m²
0,20 - 0,40 m	=	297.180 m²
0,40 - 0,60 m	=	316.140 m²
0,60 - 0,80 m	=	364.550 m²
0,80 - 1,00 m	=	568.300 m²
1,00 - 1,10 m	=	1.279.790 m²
1,10 - 1,20 m	=	1.486.800 m²
1,20 - 1,30 m	=	1.478.200 m²
1,30 - 1,40 m	=	1.352.800 m²
1,40	=	1.646.100 m²

Volumen total laguna : 10.634.239 m³.

Calculado por la fórmula de Penck, y referido al cero de I. G. M. siendo la altura del espejo de agua de 6.04 m s. n. m. en la fecha del relevamiento batimétrico.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0.20 m	=	1.777.542 m³
0,20 - 0,40 m	=	1.728.154 m³
0,40 - 0,60 m	=	1.666.822 m³
0,60 - 0,80 m	=	1.505.210 m³
0,80 - 1,00 m	=	1.599.756 m³
1,00 - 1,10 m	=	659.344 m³
1,10 - 1,20 m	=	520.729 m³
1,20 - 1,30 m	=	371.743 m³
1,30 - 1,40 m	=	228.894 m³
1,40	=	57.612 m³

Profundidad máxima : 1.47 m. en la cota I. G. M. 6.04 m s. n. m.
Profundidad media : 1,125 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0.76.
Superficie cubierta por juncales : 4.372.500 m² = 437 Ha. al 30 de mayo de 1966.

LAGUNA YALCA (CHASCOMUS)

Mapa base : planialtimétrico, batimétrico y de vegetación emergente en escala 1 : 10.000, realizado en junio de 1971, durante los trabajos del estudio de la geología de dicho ambiente por Dangavs, N. y Dalla Salda, L. (1974).

Longitud máxima : 5.800 m. en sentido SO-NE.
Ancho máximo : 3.540 m. en sentido NO-SE. en la porción Norte.
Ancho medio : 1.831 m.
Longitud de línea de costa : 16.150.
Desarrollo de línea de costa : 1.40.
Superficie total laguna : 10.623.000 m² = 1.062 Ha.

Calculado por el método de Simpson.

Superficies parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,70 m	=	5.595.000 m²
0,70 - 0,90 m	=	1.602.000 m²
0,90 - 1,10 m	=	904.000 m²
1,10 - 1,30 m	=	974.000 m²
1,30 - 1,35 m	=	894.000 m²
1,35	=	618.000 m²

Volumen total laguna : 7.239.796 m³.

Calculado por la fórmula de Penck, y referido a la cota I. G. M. 7.97 m s. n. m., siendo la fecha de la batimetría 24-7-71.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,70 m	=	5.357.193 m³
0,70 - 0,90 m	=	840.335 m³
0,90 - 1,10 m	=	588.693 m³
1,10 - 1,30 m	=	395.785 m³
1,30 - 1,35 m	=	51.610 m³
1,35	=	6.180 m³

Profundidad máxima : 1,37 m. en la cota I. G. M. 7.97.
Profundidad media : 0,68 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,497.
Superficie cubierta por juncales y espadañal : 6.510.000 m² al 1°-8-71.
Superficie de agua libre : 4.113.000 m².

LAGUNA «EL CARPINCHO» (JUNIN)

Mapa base : planimetría : fotografía aérea, altimetría a plancheta y batimetría, en escala 1 : 6.600, realizado en 1968, para el Convenio Estudio Riqueza Ictícola.

Longitud máxima : 5.280 m, en sentido SO-NE-SE.
Ancho máximo :
Ancho medio : 860 m.
Longitud de línea de costa : 12.540 m.
Desarrollo de línea de costa : 1.63.
Superficie total laguna : 4.593.400 m².
Superficie parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,50 m	=	902.573 m²
0,50 - 1,00 m	=	1.232.748 m²
1,00 - 1,10 m	=	866.408 m²
1,10 - 1,20 m	=	1.239.717 m²
1,20	=	351.964 m²

Volumen total laguna : 3.404.355 m³, determinado el 24-6-68, y referido para una altura de agua de 1,45 m sobre la escala hidrométrica del Club de Pescadores de Junín.

Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,50 m	=	1.597.729 m³
0,50 1,00 m	=	1.498.354 m³
1,00 - 1,10 m	=	200.917 m³
1,10 - 1,20 m	=	89.737 m³
1,20	=	17.598 m³

Profundidad máxima : 1,30 m. para 1.45 de la escala hidrométrica.
Profundidad media : 0,68 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,523.
Superficie cubierta por juncales al 1°-7-68 : 902.500 m².

LAGUNA ALSINA (GUAMINI)

Mapa base : planimétrico en base a fotografía aérea y batimétrico, realizado en el año 1967 para el Convenio Estudio Riqueza Ictícola a escala 1 : 16.500.

Longitud máxima : 23.500 m. en sentido SO-NE.
Ancho máximo : 4.850 m. en la porción Este de la laguna.
Ancho medio : 1.792 m. Ancho mínimo : 330 m.
Longitud de línea de costa : 61.875 m.
Desarrollo de línea de costa : 2.69.
Superficie total laguna : 42.106.700 m².
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,50 m = 7.815.500 m³
0,50 - 1,00 m = 7.699.200 m³
1,00 - 1,20 m = 4.916.800 m³
1,20 - 1,40 m = 5.987.500 m³
1,40 - 1,60 m = 6.120.100 m³
1.60 - 1,80 m = 7.819.000 m³
1,80 = 1.748.600 m³

Volumen total laguna : 46.332.397 m³, en la cota I. G. M. 106.84 m s. n. m. y con fecha 15-8-67.
Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,50 m = 19.066.073 m³
0,50 - 1,00 m = 15.180.168 m³
1,00 - 1,20 m = 4.818.734 m³
1.20 - 1.40 m = 3.720.123 m³
1,40 - 1.60 m = 2.500.361 m³
1.60 - 1.80 m = 1.027.094 m³
1,80 = 69.944 m³

Profundidad máxima : 1.88 m en la cota 106.84 m s. n. m.
Profundidad media : 1,10 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,58.

LAGUNA COCHICO (GUAMINI)

Mapa base : con las mismas referencias que el de laguna Alsina.
Longitud máxima total : 12.480 m. en sentido SO-NE.
Ancho máximo : 6.980 m, en sentido NO-SE.
Ancho medio : 4.015 m.
Longitud de línea de costa : 46.100 m.
Desarrollo de línea de costa : 1,83.
Superficie total laguna : 50.105.790 m² = 5.010 Ha, en la cota I. G. M. 104,52 m s. n. m.
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0,00 - 0,50 m = 4.329.710 m²
0,50 - 1,00 m = 4.306.650 m²
1,00 - 1,50 m = 6.803.510 m²
1,50 - 2.00 m = 5.032.510 m²
2.00 - 2,50 m = 12.706.890 m²
2.50 - 2,60 m = 4.925.260 m²
2.60 - 2,70 m = 4.705.100 m²
2,70 - 2.80 m = 4.134.960 m²
2,80 - 2.90 m = 2.653.150 m²
2,90 = 508.050 m²

Volumen total laguna : 95.548.693 m³ = 99,5 Hm³, en la cota I. G. M. 104,52 m s. n. m., determinado para la fecha 9-7-1967.
Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 0.50 m = 23.962.316 m³
0.50 - 1.00 m = 21.802.514 m³
1.00 - 1.50 m = 19.008.453 m³
1.50 - 2.00 m = 16.056.729 m³
2.00 - 2.50 m = 11.492.691 m³
2.50 - 2.60 m = 1.439.349 m³
2.60 - 2.70 m = 955.164 m³
2.70 - 2,80 m = 544.890 m³
2.80 - 2,90 m = 233.546 m³
2.90 = 53.041 m³

Profundidad máxima : 2,96 m. en la cota 104,52 m s. n. m.
Profundidad media : 1,91 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0.645.

LAGUNA BLANCA GRANDE (OLAVARRIA)

Mapa base : planialtimétrico y batimétrico en escala 1 : 5.000, hecho en 1970 para la Municipalidad de Olavarria.
Longitud máxima : 2.755 m. en sentido NO-SE.
Ancho máximo : 2.494 m. en sentido SO-NE.
Ancho medio : 1.551 m.
Longitud de línea de costa : 9.900
Desarrollo de línea de costa : 9.900 m.
Desarrollo de línea de costa : 1.3.
Superficie total laguna : 4.273.500 m², en la cota 99.93 m s. n. m.
Superficies parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 1.00 m = 292.500 m²
1.00 - 1.25 m = 256.500 m²
1.25 - 1.50 m = 538.250 m²
1,50 - 1,60 m = 702.250 m²
1.60 - 1,70 m = 1.127.000 m²
1.70 - 1,80 m = 1.095.000 m²
1.80 = 262.000 m²

Volumen total laguna : 6.582.000 m³, en la cota I. G. M. 99.93 m s. n. m., determinado el 5-3-1970.
Volúmenes parciales entre isobatas :

entre 0.00 - 1.00 m = 4.205.000 m³
1.00 - 1.25 m = 963.030 m³
1.25 - 1.50 m = 862.970 m³
1.50 - 1.60 m = 282.785 m³
1.60 - 1.70 m = 189.232 m³
1.70 - 1.80 m = 73.842 m³
1.90 = 5.240 m³

Profundidad máxima : 1.83 m. en la cota 99,93 m s. n. m.
Profundidad media : 1,54 m.
Relación profundidad máxima-profundidad media : 0,84.

Ministerio de Educación de la Nación
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO
BIBLIOTECA